

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-019806

(43)Date of publication of application : 21.01.1997

(51)Int.Cl.

B23B 27/14
B23P 15/28
C23C 14/06

(21)Application number : 07-191241

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 04.07.1995

(72)Inventor : YAGUCHI AKIRA

(54) CUTTING TOOL COVERED WITH HARD LAYER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cutting tool covered with hard layer, which exhibits an excellent machining performance for rolling machining such as wet type milling or end-mill processing.

SOLUTION: A surface of a WC-based super-hard alloy base or TiCN-based thermet base is covered with a Ti-Si composite carbo-nitride hard layer and/or composite nitride hard layer where a layer or layers consisting of either of TiC, TiCN, TiN is/are interposed, wherein $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ provided that $0.55 \leq x \leq 0.99$, $0.01 \leq y \leq 1.0$, and $0.5 \leq z \leq 1.34$, and if necessary, a TiN layer is provided.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3572732

[Date of registration] 09.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] One sort of monolayers of TiC, TiCN, and the TiN(s) or two or more sorts of double layers are TiCN radical cermet base minded [WC radical cemented carbide base or]. $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)_z(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, The hard layer covering cutting tool characterized by coming to cover the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of a presentation and/or compound nitride hard layer which consist of $0.5 \leq z \leq 1.34$].

[Claim 2] TiC formed in WC radical cemented carbide base or the TiCN radical cermet base front face, The thickness of one sort of monolayers of TiCN and the TiN(s) or two or more sorts of double layers is within the limits of 0.1–3.0 micrometers. $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)_z(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, It is the hard layer covering cutting tool according to claim 1 characterized by the thickness of the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.5 \leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer being within the limits of 1.0–10 micrometers.

[Claim 3] Above $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)_z$ [— however On the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.55 \leq x \leq 0.99$, $0.01 \leq y \leq 1.0$, and $0.5 \leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer Furthermore, thickness is a hard layer covering cutting tool according to claim 1 or 2 characterized by coming to cover the TiN layer within the limits of 0.1–1.0 micrometers.

[Claim 4] One sort of monolayers of said TiC, TiCN, and the TiN(s), or two or more sorts of double layers, $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)_z(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, It is the hard layer covering cutting tool according to claim 1, 2, or 3 characterized by the thickness of the sum total of a TiN layer being within the limits of 1.5–12.0 micrometers at the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.5 \leq z \leq 1.34$] and/or a compound nitride hard layer, and a list.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the hard layer covering cutting tool in which the cutting-ability ability which was especially excellent to cutting processes by rolling, such as wet milling cutter cutting and end mill cutting, is shown.

[0002]

[Description of the Prior Art] The hard layer covering cutting tool which comes to cover the hard layer of C (Ti0.5 Si0.5) on the front face of the base (henceforth a TiCN radical cermet base) which consists of a cermet which uses as a principal component the base (henceforth WC radical cemented carbide base) or TiCN which generally consists of WC radical cemented carbide which uses WC as a principal component is known (refer to JP,1-306550,A).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the hard layer covering cutting tool which covered said conventional C (Ti0.5 Si0.5) hard layer is used for cutting processes by rolling, such as wet milling cutter cutting and end mill cutting, the tool life with thermal shock resistance and defect resistance satisfying fully therefore is not acquired.

[0004]

[Means for Solving the Problem] this invention person solves the above technical problems. Then, wet milling cutter cutting. The result of having inquired in order to obtain the hard layer covering cutting tool in which much more longevity life is shown, also when it uses for cutting processes by rolling, such as end mill cutting, (a) One sort of monolayers of TiC, TiCN, and the TiN(s) or two or more sorts of double layers are minded [of WC radical cemented carbide base or a TiCN radical cermet base]. $(Ti_{1-x}Si_x)_z(C_{1-y}N_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, The hard layer covering cutting tool which comes to cover the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of a presentation and/or compound nitride hard layer which consist of $0.5 \leq z \leq 1.34$] When it uses for cutting processes by rolling, such as wet milling cutter cutting and end mill cutting, before is further excelled in thermal shock resistance and defect resistance. therefore, z of the hard layer covering cutting tool of (b) above (a) with which a tool life becomes long $(C(Ti_{1-x}Si_x)_{1-y}N_y)$ [— however On the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.55 \leq x \leq 0.99$, $0.01 \leq y \leq 1.0$, and $0.5 \leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer The thickness of one sort of monolayers of the (c) above TiC which may furthermore cover a TiN layer, TiCN, and the TiN(s), or two or more sorts of double layers is within the limits of 0.1–3.0 micrometers. $(Ti_{1-x}Si_x)_z(C_{1-y}N_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, The thickness of the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.5 \leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer is within the limits of 1.0–10 micrometers. The thickness of a TiN layer is within the limits of 0.1–1.0 micrometers, and the knowledge that it was desirable that it is within the limits of 1.5–12.0 micrometers as for the thickness of the sum total of these hard layer was acquired further.

[0005] This invention is made based on this knowledge (1). One sort of monolayers of TiC, TiCN, and the TiN(s) or two or more sorts of double layers are TiCN radical cermet base minded [WC radical cemented carbide base or]. $(Ti_{1-x}Si_x)_z(C_{1-y}N_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, The hard layer covering cutting tool which comes to cover the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of a presentation and/or compound nitride hard layer which consist of $0.5 \leq z \leq 1.34$], (2) TiC formed in WC radical cemented carbide base or the TiCN radical cermet base front face. The thickness of one sort of monolayers of TiCN and the TiN(s) or two or more sorts of double layers is within the limits of 0.1–3.0 micrometers. $(Ti_{1-x}Si_x)_z(C_{1-y}N_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, The hard layer covering cutting tool given in 0.5 (1) the given thickness of the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $\leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer is within the limits of 1.0–10 micrometers, (3) Above $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [— however On the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.55 \leq x \leq 0.99$, $0.01 \leq y \leq 1.0$, and $0.5 \leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer Furthermore, thickness is a hard layer covering cutting tool (1) which comes to cover the TiN layer within the limits of 0.1–1.0 micrometers, or given in (2). (4) One sort of monolayers of said TiC, TiCN, and the TiN(s), or two or more sorts of double layers, $(Ti_{1-x}Si_x)_z(C_{1-y}N_y)$ [however $0.55 \leq x \leq 0.99$, and $0.01 \leq y \leq 1.0$, It has the description in the hard layer covering cutting tool of (1), (2), or the 0.5 (3) publication whose thickness of the sum total of a TiN layer is in the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $\leq z \leq 1.34$] and/or a compound nitride hard layer, and a list within the limits of 1.5–12.0 micrometers.

[0006] It is because exfoliation becomes easy to take place while the defect resistance of the request by the defect resistance of the request by it being because the defect resistance of the request by it being because the thermal shock resistance of the request by $x < 0.55$ and $x > 0.99$ having limited the value of x , and y and z like the above not being obtained, and being $y < 0.01$ not being obtained, and being $z < 0.5$ further not being obtained, but it being $z > 1.34$ falls. Above $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)z$ [— however The compound carbon nitride hard layer of Ti and Si is more desirable also among the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the presentation which consists of $0.55 \leq x \leq 0.99$, $0.01 \leq y \leq 1.0$, and $0.5 \leq z \leq 1.34$], and/or a compound nitride hard layer. $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)z(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)$ the much more desirable range of x which can be set, and y and z — $0.6 \leq x \leq 0.8$, $0.3 \leq y \leq 0.7$, and $0.9 \leq z \leq 1.1$ it is .

[0007] Moreover, as for the thickness of the compound carbon nitride hard layer of Ti and Si of the hard layer covering cutting tool of this invention, and/or a compound nitride hard layer, it is desirable that it is within the limits of 1–10 micrometers. It is desirable that the thickness of one sort of monolayers of TiC(s) , TiCN(s) , and TiN(s) which are formed in a base front face, or two or more sorts of double layers is within the limits of 0.1–3.0 micrometers, and, as for the thickness of the TiN layer of the outermost layer, it is still more desirable that it is within the limits of 0.1–1.0 micrometers. However, the thickness of the whole hard layer formed in a base front face must be stopped within the limits of 1.5–12.0 micrometers.

[0008]

[Embodiment of the Invention] The hard layer in the hard layer covering cutting tool of this invention can be fabricated by the usual arc discharge type ion plating method, the magnetron sputtering method, etc.

[0009] In order to form the hard layer of the hard layer covering cutting tool of this invention by the arc discharge type ion plating method, arc discharge is generated on Ti target in vacuum devices, nonmetal gas (nitrogen gas and hydrocarbon gas) is introduced in equipment at the same time it carries out evaporation ionization of Ti, and one sort of monolayers of lower layer TiC , TiCN , and the TiN(s) or two or more sorts of double layers are formed on the cutting-tool substrate to which the negative substrate electrical potential difference was applied.

[0010] Next, arc discharge is generated on the target of the mixture of Ti and Si. Nonmetal gas (nitrogen gas and hydrocarbon gas) is introduced in equipment at the same time it carries out evaporation ionization of Ti and the Si. a negative substrate electrical potential difference — applying — monolayers [of said TiC , TiCN , and the TiN(s) / one sort of], or 2 or more sorts of double layer top — further $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)z$ [— however The hard layer which consists of $0.55 \leq x \leq 0.99$, $0.01 \leq y \leq 1.0$, and $0.5 \leq z \leq 1.34$] is formed. In this case, it controls by the ratio of Ti and Si adjusting the Ti/Si ratio of a target, and the ratio of metal/gas constituents adjusting metal evaporation / the amount of gas installation, or changing a substrate electrical potential difference. Moreover, the TiN layer of the outermost layer can be formed like said lower layer TiN layer if needed.

[0011] In order to form the hard layer of the hard layer covering cutting tool of this invention by the magnetron sputtering method, two Ti targets and two or more targets of the mixture of Ti and Si are made to counter on both sides of a sample, respectively in a magnetron sputtering system with two or more even evaporation source devices. One sort of monolayers of lower layer TiC , TiCN , and the TiN(s) or two or more sorts of double layers are formed by carrying out sputtering ionization of Ti on the cutting-tool substrate to which the negative substrate electrical potential difference was applied at the same time it introduces nonmetal gas (nitrogen gas and hydrocarbon gas) in equipment and carries out glow discharge to the next between opposite targets.

[0012] Next, a negative substrate electrical potential difference is applied by carrying out sputtering ionization of Ti and the Si. It is z further $(\text{Ti}_{1-x}\text{Si}_x)(\text{C}_{1-y}\text{N}_y)$ on one sort of monolayers of TiC , TiCN , and the TiN(s) , or two or more sorts of double layers. The hard layer which consists of $[0.55 \leq x \leq 0.99, 0.01 \leq y \leq 1.0, \text{ and } 0.5 \leq z \leq 1.34]$ is formed. [however,] In this case, it controls by the ratio of Ti and Si adjusting the Ti/Si ratio of a target, and the ratio of metal/gas constituents adjusting metal evaporation / the amount of gas installation, or changing a substrate electrical potential difference. Moreover, the TiN layer of the outermost layer can be formed like said lower layer TiN layer if needed.

[0013]

[Example] About [ISO standard P30], the chip made from WC radical cemented carbide which has the configuration of SPGN120308, the chip made from a TiCN radical cermet of the configuration of ISO standard SPGN120308 of having $\text{TiCN-12\%WC-8\%Co-8\%MoC-7\%nickel-5\%TaC}$ of presentation, Ti target, and the mixture target of Ti and Si of a ratio shown in Table 1 – 2 were prepared.

[0014] It equips with the mixture target of Ti and Si of a ratio shown in the chip made from example 1WC radical cemented carbide, Ti target, and Table 1 – 2 in an ion plating system. Having carried out the temperature up to 700 degrees C by programming-rate:6 degrees C /, and min., having continued, and holding [exhausted the inside of said ion plating system in this condition, held to the vacuum of 1×10^{-5} Torr] to this temperature, it held in Ar gas ambient atmosphere of 5×10^{-2} Torr, and ion cleaning was carried out.

[0015] Then, generate arc discharge on Ti target, carried out heating evaporation of Ti, it was made to ionize, nitrogen gas and/or acetylene gas were introduced in equipment at coincidence, and the lower layer which consists of one sort of monolayers of TiC of the thickness shown in Table 3 – 4 on the chip base front face made from WC radical cemented carbide by the usual approach to which the negative substrate electrical potential difference of arbitration is applied, TiCN , and the TiN(s) , or two or more sorts of double layers was formed.

[0016] Next, while generating arc discharge on the mixture target of Ti and Si of the ratio shown in Table 1 – 2, carrying out heating evaporation of Ti and the Si and making it ionize By introducing the nitrogen gas and acetylene gas of a ratio which are shown in Table 1 – 2 from a feed hopper, and applying the negative substrate electrical potential difference shown in Table 1 – 2 The compound hard layer of Ti and Si which has the thickness shown in

Table 3 - 4 on said lower layer, and is further shown in Table 3 - 4 is covered. The chip made from invention hard layer covering WC radical cemented carbide which furthermore formed the TiN layer on the middle class if needed, and used the chip made from WC radical cemented carbide as the base (It is hereafter called this invention covering chip) The chips 1-2 made from hard layer covering WC radical cemented carbide (henceforth the conventional covering chip) were produced 1-10, the chips 1-10 made from comparison hard layer covering WC radical cemented carbide (henceforth a comparison covering chip), and conventionally. Each of presentations (atomic ratio) of said lower layer and the compound hard layer of Ti and Si and TiN(s) of the outermost layer was specified by EPMA analysis.

[0017]

[Table 1]

種 別	Ti と Si の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガ ス 成 分 (流量比)	基板電圧 (-V)
1	Ti 0.02 Si 0.98	第2層 窒素のみ	100
2	第2層 Ti 0.10 Si 0.90 第3層 Ti 0.30 Si 0.70	第3層 アセチレン/窒素 = 1/1	70
3	第3層 Ti 0.10 Si 0.90 第4層 Ti 0.20 Si 0.80	アセチレン/窒素 = 1/10	100
4	Ti 0.25 Si 0.75	窒素のみ	130
5	Ti 0.31 Si 0.69	アセチレン/窒素 = 1/10	100
6	Ti 0.36 Si 0.64	アセチレン/窒素 = 1/1	130
7	Ti 0.43 Si 0.57	アセチレン/窒素 = 1/4	130
8	Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素 = 3/2	160
9	Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素 = 4/1	160
10	Ti 0.01 Si 0.99	アセチレン/窒素 = 1/1	70
		アセチレン/窒素 = 10/1	30
		アセチレン/窒素 = 1/1	100
		窒素のみ	100

[0018]

[Table 2]

種 別	Ti と Si の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガ ス 成 分 (流量比)	基板電圧 (〜V)
1	Ti _{0.12} Si _{0.88}	アセチレン/窒素=3/2	100
2	Ti _{0.14} Si _{0.86}	アセチレン/窒素=1/1	70
3	Ti _{0.30} Si _{0.70}	アセチレン/窒素=1/5	40
4	Ti _{0.05} Si _{0.95}	アセチレン/窒素=10/1	150
5	Ti _{0.17} Si _{0.83}	アセチレン/窒素=4/1	150
6	Ti _{0.41} Si _{0.59}	アセチレン/窒素=4/1	100
7	Ti _{0.25} Si _{0.75}	アセチレン/窒素=2/1	100
8	Ti _{0.43} Si _{0.57}	アセチレンのみ	100
9	Ti _{0.24} Si _{0.76}	アセチレン/窒素=1/10	170
10	Ti _{0.20} Si _{0.80}	アセチレン/窒素=1/10	130
1	Ti _{0.50} Si _{0.50}	アセチレンのみ	100
2	Ti _{0.40} Si _{0.60}	アセチレンのみ	150

比較被覆チップ

従来被覆

[0019]
[Table 3]

種別	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2層以上の物層およびその膜厚 (μm)	表1に示される条件で形成されたTiとSiの複合硬質層およびその膜厚 (μm)	TiN最外層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
1	WC 基超硬合金製チップ	TiN:2.5	第2層 $(\text{Ti}_{0.92}\text{Si}_{0.08})\text{N}_{1.1}$:2.5 第3層 $(\text{Ti}_{0.02}\text{Si}_{0.98})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{0.8}$:2.5	0.5	8.0
2		TiN:3.0	第2層 $(\text{Ti}_{0.10}\text{Si}_{0.90})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{1.1}$:4.5 第3層 $(\text{Ti}_{0.31}\text{Si}_{0.69})\text{N}_{1.1}$:3.5	0.8	11.8
3		TiN:1.5, TiCN:1.0	第3層 $(\text{Ti}_{0.10}\text{Si}_{0.90})(\text{C}_{0.1}\text{N}_{0.9})_{0.9}$:3.8 第4層 $(\text{Ti}_{0.20}\text{Si}_{0.80})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{1.3}$:3.5	-	9.8
4		TiN:0.5, TiCN:0.5, TiN:0.5	$(\text{Ti}_{0.95}\text{Si}_{0.05})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{0.7}$:8.8	0.4	8.5
5		TiN:0.2	$(\text{Ti}_{0.31}\text{Si}_{0.69})(\text{C}_{0.7}\text{N}_{0.3})_{0.9}$:9.8	1.0	11.0
6		TiC:1.0	$(\text{Ti}_{0.36}\text{Si}_{0.64})(\text{C}_{0.83}\text{N}_{0.17})_{0.5}$:2.5	0.1	3.6
7		TiN:0.5, TiC:0.5, TiN:0.5	$(\text{Ti}_{0.43}\text{Si}_{0.57})(\text{C}_{0.25}\text{N}_{0.75})_{0.9}$:5.9	0.5	7.9
8		TiN:1.5	$(\text{Ti}_{0.9}\text{Si}_{0.1})(\text{C}_{0.95}\text{N}_{0.05})_{1.1}$:4.0	0.3	5.8
9		TiN:0.1	$(\text{Ti}_{0.9}\text{Si}_{0.1})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{1.0}$:1.3	0.1	1.5
10		TiN:1.0	$(\text{Ti}_{0.13}\text{Si}_{0.87})\text{N}_{0.9}$:3.0	0.5	4.5

[0020]

[Table 4]

種別	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2種以上の複層およびその膜厚 (μm)	表2に示される条件で形成されたTiとSiの割合変更およびその膜厚 (μm)	TiN最外層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
1	WC 基超硬合金製チップ	TiN:0.05*	$(Ti_{0.11}Si_{0.89})(C_{0.1}N_{0.9})_{1.34}:5.9$	0.5	6.45
2		TiCN:4.0*	$(Ti_{0.44}Si_{0.56})(C_{0.19}N_{0.81})_{1.3}:4.3$	1.0	9.3
3		TiN:0.3	$(Ti_{0.33}Si_{0.67})(C_{0.2}N_{0.8})_{0.95}:1.0$	-	1.3*
4		TiN:2.5	$(Ti_{0.45}Si_{0.55})(C_{0.95}N_{0.05})_{0.97}:10.0$	0.5	13.0*
5		TiN:1.0, TiCN:1.0	$(Ti_{0.47}Si_{0.53}^*)(C_{0.9}N_{0.1})_{1.95}:8.9$	-	10.9
6		TiN:1.0, TiC:1.0, TiN:1.0	$(Ti_{0.41}Si_{0.59})(C_{0.95}N_{0.05})_{1.6}^*:6.0$	0.5	9.5
7		TiN:1.0, TiCN:2.0	$(Ti_{0.45}Si_{0.55})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.44}^*:3.8$	1.0	7.8
8		TiCN:2.0	$(Ti_{0.43}Si_{0.57})C_{0.65}^*:4.5$	0.5	7.0
9		TiN:1.5	$(Ti_{0.20}Si_{0.80})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.9}:0.4^*$	1.0	2.9
10		TiN:0.5	$(Ti_{0.20}Si_{0.80})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.9}:11.0^*$	0.5	12.0
1	従来チップ	-	$(Ti_{0.5}Si_{0.5})C_{1.0}:4.0$	-	4.0
2		-	$(Ti_{0.4}Si_{0.6})C_{1.0}:5.0$	-	5.0

(*印は、この発明の条件外の値を示す)

[0021] The wet milling cutter cutting trial of the following conditions was carried out using the covering chips 1-2 these this invention covering chip 1 - 10 comparison covering chips 1-10, and conventionally.

** [-ed / wet milling cutter cutting test condition] material: Wet milling cutter cutting was carried out on condition that square bar [of JIS SCM440], cutting speed:250 m/min, and delivery:0.2mm/rev., and infeed:2.0mm**, the place where the maximum wear width of face of the flank of a cutting edge became 0.3mm was made into the life, the time amount (minute) and the wear gestalt which result in a life were measured, and those measurement results were shown in Table 5.

[0022]

[Table 5]

種 別		切 削 試 験 結 果		種 別		切 削 試 験 結 果	
		寿命時間 (分)	摩 耗 形 態			寿命時間 (分)	摩 耗 形 態
本 発 明 被 覆 チ ッ プ	1	1 2 0	正常摩耗	比 較 被 覆 チ ッ プ	1	7 0	剥離で中止
	2	1 4 0	"		2	4 0	チッピングで中止
	3	1 3 0	"		3	4 0	正 常 摩 耗
	4	1 2 0	"		4	3 0	欠損で中止
	5	1 3 0	"		5	5 0	正 常 摩 耗
	6	1 1 0	"		6	6 0	欠損で中止
	7	1 3 0	"		7	5 0	正 常 摩 耗
	8	1 4 0	"		8	7 0	欠損で中止
	9	1 1 0	"		9	8 0	正 常 摩 耗
	1 0	1 0 0	"		1 0	5 0	欠損で中止
				従 来 被 覆 チ ッ プ	1	2 0	欠損で中止
					2	3 0	欠損で中止

[0023] The result shown in Table 3 - 5 shows that this invention covering chips 1-10 are conventionally [the comparison covering chips 1-10 and] excellent in a cutting property compared with the covering chips 1-2.

[0024] The mixture target of Ti and Si of a ratio shown in the chip made from a TiCN radical cermet of the configuration of ISO standard SPGN120308 of having example 2TiCN-12%WC-8%Co-8%MoC-7%nickel-5% TaC of presentation, Ti target, and Table 6 - 7 Equip in an ion plating system, exhaust the inside of said ion plating system in this condition, and it holds to the vacuum of 1×10^{-5} Torr. Programming rate: The temperature up was carried out to 700 degrees C by 6 degrees C / min., having continued and holding to this temperature, it held in Ar gas ambient atmosphere of 5×10^{-2} Torr, and ion cleaning was carried out.

[0025] Then, generate arc discharge on Ti target, carried out heating evaporation of Ti, it was made to ionize, nitrogen gas and/or acetylene gas were introduced in equipment at coincidence, and the lower layer of thickness which consists of one sort of monolayers of TiC(s), TiCN(s), and TiN(s) which are shown in Table 8 - 9 on the chip base front face made from a TiCN radical cermet by the usual approach to which the negative substrate electrical potential difference of arbitration is applied, or two or more sorts of double layers was formed.

[0026] Next, while generating arc discharge on the mixture target of Ti and Si of the ratio shown in Table 6 - 7, carrying out heating evaporation of Ti and the Si and making it ionize By introducing the nitrogen gas and acetylene gas of a ratio which are shown in Table 6 - 7 from a feed hopper, and applying the negative substrate electrical potential difference shown in Table 6 - 7 The compound hard layer of Ti and Si which has the thickness shown in Table 8 - 9 on said lower layer, and is further shown in Table 8 - 9 is covered. The covering chips 3-4 were produced this invention covering chips 11-20 which furthermore formed the TiN layer on the middle class if needed,

and used the chip made from a TiCN radical cermet as the base, the comparison covering chips 11-20, and conventionally. Each of presentations (atomic ratio) of said lower layer and the compound hard layer of Ti and Si and TiN(s) of the outermost layer was specified by EPMA analysis.

[0027]

[Table 6]

種別	Ti と Si の複合硬質層形成条件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガス成分 (流量比)	基板電圧 (-V)
11	Ti 0.05 Si 0.95	第2層 窒素のみ	90
12	第2層 Ti 0.15 Si 0.85 第3層 Ti 0.85 Si 0.65	第3層 アセチレン/窒素 = 1/1 窒素のみ	90
13	第3層 Ti 0.15 Si 0.85 第4層 Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素 = 1/10 アセチレン/窒素 = 1/1 アセチレン/窒素 = 1/10	80
14	Ti 0.35 Si 0.65	アセチレン/窒素 = 1/4	120
15	Ti 0.35 Si 0.65	アセチレン/窒素 = 3/2	150
16	Ti 0.35 Si 0.65	アセチレン/窒素 = 4/1	50
17	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素 = 1/1	100
18	Ti 0.40 Si 0.60	アセチレン/窒素 = 10/1	150
19	Ti 0.40 Si 0.60	アセチレン/窒素 = 1/1	100
20	Ti 0.02 Si 0.98	窒素のみ	70
			90
			50

[0028]

[Table 7]

種 別	Ti と Si の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガ ス 成 分 (流量比)	基板電圧 (-V)
11	Ti _{0.10} Si _{0.90}	アセチレン/窒素=3/2	100
12	Ti _{0.43} Si _{0.57}	アセチレン/窒素=1/1	100
13	Ti _{0.45} Si _{0.55}	アセチレン/窒素=1/5	150
14	Ti _{0.05} Si _{0.95}	アセチレン/窒素=10/1	40
15	Ti _{0.45} Si _{0.55}	アセチレン/窒素=4/1	70
16	Ti _{0.48} Si _{0.60}	アセチレン/窒素=4/1	120
17	Ti _{0.20} Si _{0.80}	アセチレン/窒素=2/1	150
18	Ti _{0.45} Si _{0.55}	アセチレンのみ	100
19	Ti _{0.30} Si _{0.70}	アセチレン/窒素=1/10	70
20	Ti _{0.10} Si _{0.80}	アセチレン/窒素=1/10	120
3	Ti _{0.50} Si _{0.50}	アセチレンのみ	100
4	Ti _{0.40} Si _{0.60}	アセチレンのみ	100

比較被覆チップ

従来被覆

[0029]
[Table 8]

種別	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2層以上の積層およびその膜厚 (μm)	表1に示される条件で形成されたTiとSiの積合硬質層およびその膜厚 (μm)	TiN最外層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
11	本発明被覆チタニウム合金	TiN:1.0	第2層 $(Ti_{0.05}Si_{0.95})_{0.1}N_{0.1}$:2.5 第3層 $(Ti_{0.05}Si_{0.95})(C_{0.5}N_{0.5})_{0.1}$:2.5	0.5	6.5
12		TiN:0.5	第2層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})(C_{0.1}N_{0.1})_{0.1}$:4.5 第3層 $(Ti_{0.35}Si_{0.65})_{0.1}N_{0.1}$:3.5	1.0	11.5
13		TiN:1.0, TiCN:1.0	第3層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})(C_{0.1}N_{0.1})_{0.1}$:3.8 第4層 $(Ti_{0.30}Si_{0.70})(C_{0.5}N_{0.5})_{0.1}$:3.5	-	9.3
14		TiN:0.3, TiCN:0.3, TiN:0.3	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})(C_{0.3}N_{0.3})_{0.1}$:6.6	0.6	8.1
15		TiN:0.5	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})(C_{0.1}N_{0.1})_{0.1}$:9.8	1.0	11.3
16		TiC:1.5	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})(C_{0.3}N_{0.3})_{0.1}$:2.5	0.3	4.3
17		TiN:0.5, TiC:0.5, TiN:0.5	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})(C_{0.5}N_{0.5})_{0.1}$:5.9	0.5	7.9
18		TiN:2.0	$(Ti_{0.1}Si_{0.9})(C_{0.05}N_{0.05})_{0.1}$:4.0	0.5	6.5
19		TiN:0.1	$(Ti_{0.1}Si_{0.9})(C_{0.5}N_{0.5})_{0.1}$:1.3	0.2	1.6
20		TiN:1.0	$(Ti_{0.02}Si_{0.98})_{0.1}N_{0.1}$:3.0	0.5	4.5

[0030]

[Table 9]

種別	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2層以上の複層およびその膜厚 (μm)	表7に示される条件で形成されたTiとSiの複合硬質層およびその膜厚 (μm)	TiN最外層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
11	比較被覆チップ TiCN基 サーマイト製チップ	TiN:0.05*	$(Ti_{0.10}Si_{0.90})(C_{0.17}N_{0.83})_{1.30}:5.9$	0.5	5.55
12		TiN:4.0*	$(Ti_{0.43}Si_{0.57})(C_{0.49}N_{0.51})_{1.3}:4.3$	0.5	8.8
13		TiC:0.3	$(Ti_{0.35}Si_{0.65})(C_{0.2}N_{0.8})_{0.95}:1.0$	-	1.3*
14		TiCN:3.0	$(Ti_{0.05}Si_{0.95})(C_{0.35}N_{0.65})_{0.98}:10.0$	0.5	13.5*
15		TiN:1.0, TiC:1.0	$(Ti_{0.47}Si_{0.53}^*)(C_{0.9}N_{0.1})_{1.15}:8.9$	-	10.9
16		TiN:1.0, TiCN:1.0, TiN:1.0	$(Ti_{0.4}Si_{0.6})(C_{0.95}N_{0.05})_{1.5}^*:6.0$	0.5	9.5
17		TiN:1.0, TiCN:2.0	$(Ti_{0.2}Si_{0.8})(C_{0.8}N_{0.2})_{0.47}^*:3.8$	1.0	7.8
18		TiN:2.0	$(Ti_{0.45}Si_{0.55})(C_{0.65})_{4.5}^*$	0.5	7.0
19		TiN:1.5	$(Ti_{0.30}Si_{0.70})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.9}:0.4^*$	1.0	2.9
20		TiN:1.0	$(Ti_{0.20}Si_{0.80})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.9}:11.0^*$	0.5	12.5
3		-	$(Ti_{0.5}Si_{0.5})(C_{0.0})_{4.0}$	-	4.0
4		-	$(Ti_{0.4}Si_{0.6})(C_{0.0})_{5.0}$	-	5.0

(*印は、この発明の条件外の値を示す)

[0031] The wet milling cutter cutting trial of the following conditions was carried out using the covering chips 3-4 these this invention covering chip 11 - 20 comparison covering chips 11-20, and conventionally.

** [-ed / wet milling cutter cutting test condition] material: The wet cutting process by rolling was carried out on condition that square bar [of JIS SCM440], cutting speed:300 m/min, and delivery:0.15mm/rev., and infeed:1.5mm**, the place where the maximum wear width of face of the flank of a cutting edge became 0.3mm was made into the life, the time amount (minute) and the wear gestalt which result in a life were measured, and those measurement results were shown in Table 10.

[0032]

[Table 10]

種 別		切 削 試 験 結 果		種 別		切 削 試 験 結 果	
		寿命時間 (分)	摩 耗 形 態			寿命時間 (分)	摩 耗 形 態
本 発 明 被 覆 チ ップ	1 1	9 0	正 常 摩 耗	比 較 被 覆 チ ップ	1 1	6 0	剥 離 で 中 止
	1 2	1 0 0	"		1 2	4 0	欠 損 で 中 止
	1 3	1 1 0	"		1 3	2 0	正 常 摩 耗
	1 4	1 0 0	"		1 4	3 0	欠 損 で 中 止
	1 5	9 0	"		1 5	7 5	正 常 摩 耗
	1 6	1 4 0	"		1 6	4 0	欠 損 で 中 止
	1 7	1 3 0	"		1 7	5 0	正 常 摩 耗
	1 8	1 2 0	"		1 8	3 0	欠 損 で 中 止
	1 9	9 0	"		1 9	2 0	正 常 摩 耗
	2 0	1 0 0	"		2 0	3 0	欠 損 で 中 止
				従 来 被 覆 チップ	3	1 5	正 常 摩 耗
					4	2 5	正 常 摩 耗

[0033] The result shown in Table 8 - 10 shows that this invention covering chips 11-20 are conventionally [the comparison covering chips 11-20 and] excellent in a cutting property compared with the covering chips 3-4.

[0034] It has example 3WC-9% Co of presentation, and the mixture target of Ti and Si of a ratio shown in 4 cutting-edge end mill (henceforth the end mill made from WC radical particle cemented carbide) made from WC radical particle cemented carbide which has the twist angle of 30 degrees by diameter:10mm, and Table 11 - 12 was prepared.

[0035] It equips with this end mill made from WC radical particle cemented carbide in the center in a magnetron sputtering system. Furthermore, make the mixture target of Ti and Si of a ratio shown in Table 11 - 12 counter on both sides of an end mill, and it arranges. Exhausting the inside of said magnetron sputtering system in this condition, holding to the vacuum of 1×10^{-5} Torr, and carrying out a temperature up to 700 degrees C by programming-rate:6 degrees C / , and min., then holding to this temperature It held in Ar gas ambient atmosphere of 1.5×10^{-4} Torr, and ion cleaning was carried out.

[0036] Then, while introducing the nitrogen gas and acetylene gas of a ratio which are shown in Table 11 - 12, on the mixture target of Ti and Si of the ratio shown in Table 11 - 12, glow discharge was generated and sputtering ionization of Ti and the Si was carried out. By applying to coincidence the negative substrate electrical potential difference shown in Table 11 - 12 The end mill made from this invention WC radical particle cemented carbide which covered the compound hard layer which has the thickness shown in Table 13 - 14 on said end mill base front face made from WC radical particle cemented carbide, and is further shown in Table 13 - 14 (It is hereafter called this invention covering end mill) The end mills 1-2 made from WC radical particle cemented carbide (henceforth the

conventional covering end mill) were produced 1-10, the end mills 1-10 made from comparison WC radical particle cemented carbide (henceforth a comparison covering end mill), and conventionally.

[0037]

[Table 11]

種 別	Ti と Si の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガス成分 (流量比)	基板電圧 (-V)
1	Ti 0.30 Si 0.10	第2層 窒素のみ	100
		第3層 アセチレン/窒素=1/1	100
2	第2層 Ti 0.35 Si 0.65 第3層 Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素=1/10	70
		窒素のみ	70
3	第3層 Ti 0.20 Si 0.80 第4層 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素=1/10	150
		アセチレン/窒素=1/1	50
4	Ti 0.25 Si 0.15	アセチレン/窒素=1/4	90
5	Ti 0.05 Si 0.95	アセチレン/窒素=3/2	90
6	Ti 0.40 Si 0.60	アセチレン/窒素=4/1	40
7	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素=1/1	170
8	Ti 0.40 Si 0.60	アセチレン/窒素=10/1	150
9	Ti 0.15 Si 0.85	アセチレン/窒素=1/1	100
10	Ti 0.02 Si 0.98	窒素のみ	50

[0038]

[Table 12]

種 別	T i と S i の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガ ス 成 分 (流量比)	基板電圧 (～V)
1	T i _{0.10} S i _{0.90}	アセチレン/窒素 = 3/2	40
2	T i _{0.45} S i _{0.55}	アセチレン/窒素 = 1/1	90
3	T i _{0.30} S i _{0.70}	アセチレン/窒素 = 1/5	70
4	T i _{0.10} S i _{0.90}	アセチレン/窒素 = 10/1	70
5	T i _{0.10} S i _{0.90}	アセチレン/窒素 = 4/1	100
6	T i _{0.40} S i _{0.60}	アセチレン/窒素 = 4/1	150
7	T i _{0.25} S i _{0.75}	アセチレン/窒素 = 2/1	100
8	T i _{0.35} S i _{0.65}	アセチレンのみ	90
9	T i _{0.30} S i _{0.70}	アセチレン/窒素 = 1/10	90
10	T i _{0.20} S i _{0.80}	アセチレン/窒素 = 1/10	40
1	T i _{0.50} S i _{0.50}	アセチレンのみ	40
2	T i _{0.40} S i _{0.60}	アセチレンのみ	100

比較被覆エンドミル

従来被覆エンドミル

[0039]

[Table 13]

図 別	基 体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2種以上の複層およびその膜厚 (μm)	表11に示される条件で形成されたTiとSiの複合硬膜およびその膜厚 (μm)	TiN最外層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
1	本 発 明 被 覆 イ ン ド ー ル	TiN:1.0	第2層 $(\text{Ti}_{1.3}\text{Si}_{1.7})\text{N}_{1.9} : 1.5$	0.5	4.5
2			第3層 $(\text{Ti}_{1.3}\text{Si}_{1.7})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{0.8} : 1.5$		
3		TiN:3.0	第2層 $(\text{Ti}_{1.3}\text{Si}_{1.7})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{1.1} : 1.5$	0.5	6.0
4			第3層 $(\text{Ti}_{1.3}\text{Si}_{1.7})\text{N}_{1.1} : 1.0$		
5		TiN:0.5, TiC:1.0	第3層 $(\text{Ti}_{1.3}\text{Si}_{1.7})(\text{C}_{0.1}\text{N}_{0.9})_{1.9} : 2.0$	0.2	5.7
6			第4層 $(\text{Ti}_{1.1}\text{Si}_{1.9})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{1.3} : 2.0$		
7		TiN:0.5, TiC:0.5, TiN:0.5	$(\text{Ti}_{1.25}\text{Si}_{1.75})(\text{C}_{0.3}\text{N}_{0.7})_{0.7} : 5.0$	0.5	7.0
8		TiN:0.2	$(\text{Ti}_{1.05}\text{Si}_{1.95})(\text{C}_{0.1}\text{N}_{0.9})_{0.9} : 9.8$	0.3	10.3
9		TiC:1.0	$(\text{Ti}_{1.4}\text{Si}_{1.6})(\text{C}_{0.8}\text{N}_{0.2})_{2.0} : 2.0$	0.5	3.5
10		TiN:0.5, TiCN:0.5, TiN:0.5	$(\text{Ti}_{1.15}\text{Si}_{1.85})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{0.9} : 2.0$	0.5	4.0
		TiN:1.0	$(\text{Ti}_{1.4}\text{Si}_{1.6})(\text{C}_{0.95}\text{N}_{0.05})_{1.1} : 2.0$	0.3	3.3
		TiN:0.1	$(\text{Ti}_{1.15}\text{Si}_{1.85})(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})_{1.0} : 1.5$	0.1	1.7
		TiN:1.0	$(\text{Ti}_{1.02}\text{Si}_{1.98})\text{N}_{1.9} : 3.0$	0.5	4.5

[0040]

[Table 14]

種別	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2種以上の複層およびその膜厚 (μm)	表12に示される条件で形成されたTiとSiの複合被覆層およびその膜厚 (μm)	TiN最外層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
1	WC 基 超 硬 合 金 鋼 エ ン ド ミ ル	TiN:0.05*	$(Ti_{0.1}Si_{0.9})(C_{0.1}N_{0.9})_{1.34}:2.0$	0.5	2.25
2		TiC:4.0*	$(Ti_{0.45}Si_{0.55})(C_{0.49}N_{0.51})_{1.3}:2.5$	1.0	7.5
3		TiN:0.3	$(Ti_{0.3}Si_{0.7})(C_{0.3}N_{0.7})_{0.95}:1.0$	-	1.3*
4		TiCN:2.5	$(Ti_{0.1}Si_{0.9})(C_{0.95}N_{0.05})_{0.99}:9.5$	1.0	13.0*
5		TiN:1.0, TiCN:1.0	$(Ti_{0.48}Si_{0.52}^*)(C_{0.9}N_{0.1})_{1.95}:5.0$	-	7.0
6		TiN:1.0, TiC:1.0, TiN:1.0	$(Ti_{0.4}Si_{0.6})(C_{0.95}N_{0.05})_{1.5}^*:4.0$	0.5	7.5
7		TiN:1.0, TiCN:2.0	$(Ti_{0.25}Si_{0.75})(C_{0.4}N_{0.6})_{0.44}^*:3.0$	1.0	7.0
8		TiC:2.0	$(Ti_{0.35}Si_{0.65})(C_{0.35}^*)_{4.3}$	0.2	6.5
9		TiN:1.5	$(Ti_{0.3}Si_{0.7})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.9}:0.4^*$	0.5	2.4
10		TiN:0.5	$(Ti_{0.2}Si_{0.8})(C_{0.1}N_{0.9})_{0.9}:11.0^*$	0.3	11.8
1	従来型 炭素 鋼	-	$(Ti_{0.5}Si_{0.5})_{C_{1.0}}:4.0$	-	4.0
2		-	$(Ti_{0.4}Si_{0.6})_{C_{1.0}}:5.0$	-	5.0

(*印は、この発明の条件外の値を示す)

[0041] The wet shoulder shaving trial of the following conditions was carried out using the covering end mills 1-2 these this invention covering end mills 1-10, the comparison covering end mills 1-10, and conventionally.

** [-ed / wet shoulder shaving test condition] material: Wet shoulder shaving was performed on condition that infeed:15mm of the square bar of JIS SCM440, number of rotations:1200r.p.m., delivery:280mm/min., and the depth direction, and lateral infeed:1mm**. The place where the maximum wear width of face of a peripheral cutting edge became 0.2mm was made into the life, the time amount (minute) and the wear gestalt which result in a life were measured, and those measurement results were shown in Table 15.

[0042]

[Table 15]

種 別		切 削 試 験 結 果		種 別		切 削 試 験 結 果	
		寿命時間 (分)	摩 耗 形 態			寿命時間 (分)	摩 耗 形 態
本 発 明 被 覆 エ ン ド ミ ル	1	1 1 0	正常摩耗	比 較 被 エ ン ド ミ ル	1	4 0	剥離で中止
	2	1 1 0	"		2	3 0	欠損で中止
	3	1 0 0	"		3	3 0	正 常 摩 耗
	4	9 0	"		4	4 0	欠損で中止
	5	9 0	"		5	7 0	正 常 摩 耗
	6	1 2 0	"		6	3 5	欠損で中止
	7	1 0 0	"		7	5 0	正 常 摩 耗
	8	1 0 0	"		8	4 0	チップングで中止
	9	1 2 0	"		9	2 5	正 常 摩 耗
	10	1 0 0	"		10	4 5	欠損で中止
				従 覆 ド 来 エ ミ 被 シ ル	1	1 0	チップングで中止
					2	5 5	欠 損 で 中 止

[0043] The result shown in Table 15 shows that this invention covering end mills 1-10 are conventionally [the comparison covering end mills 1-10 and] excellent in cutting-ability ability compared with the covering end mills 1-2.

[0044]

[Effect of the Invention] From the result shown in said examples 1-3, the hard layer covering cutting tool of this invention has the engine performance which was further excellent compared with the conventional hard layer covering cutting tool, and brings about the effectiveness which was excellent on industry.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-19806

(43) 公開日 平成9年(1997)1月21日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 B 27/14			B 2 3 B 27/14	A
B 2 3 P 15/28			B 2 3 P 15/28	A
C 2 3 C 14/06			C 2 3 C 14/06	A
				B
				H
審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 18 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-191241

(22) 出願日 平成7年(1995)7月4日

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 矢口 亮

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 硬質層被覆切削工具

(57) 【要約】

【目的】 湿式フライス切削、エンドミル切削などの転削加工に対して優れた切削性能を示す硬質層被覆切削工具を提供する。

【構成】 WC基超硬合金基体またはTiCN基サーメット基体の表面に、TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層を介して、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層を被覆し、さらに必要に応じてTiN層を形成した硬質層被覆切削工具。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 WC基超硬合金基体またはTiCN基サーメット基体表面に、TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層を介して、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層を被覆してなることを特徴とする硬質層被覆切削工具。

【請求項2】 WC基超硬合金基体またはTiCN基サーメット基体表面に形成されたTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層の厚さは0.1~3.0 μm の範囲内にあり、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の厚さは1.0~10 μm の範囲内にあることを特徴とする請求項1記載の硬質層被覆切削工具。

【請求項3】 前記 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の上に、さらに厚さは0.1~1.0 μm の範囲内のTiN層を被覆してなることを特徴とする請求項1または2記載の硬質層被覆切削工具。

【請求項4】 前記TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層、並びにTiN層の合計の厚さは1.5~12.0 μm の範囲内にあることを特徴とする請求項1、2または3記載の硬質層被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、特に湿式フライス切削、エンドミル切削などの転削加工に対して優れた切削性能を示す硬質層被覆切削工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、WCを主成分とするWC基超硬合金からなる基体（以下、WC基超硬合金基体という）またはTiCNを主成分とするサーメットからなる基体（以下、TiCN基サーメット基体という）の表面に、 $(Ti_{0.5}Si_{0.5})C$ の硬質層を被覆してなる硬質層被覆切削工具は知られている（特開平1-306550号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記従来の $(Ti_{0.5}Si_{0.5})C$ 硬質層を被覆した硬質層被覆切

削工具は、湿式フライス切削、エンドミル切削などの転削加工に用いた場合に耐熱衝撃性および耐欠損性が十分でなく、したがって、満足のいく工具寿命が得られていない。

【0004】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者は、上述のような課題を解決し、湿式フライス切削、エンドミル切削などの転削加工に用いた場合にも一層の長寿命を示す硬質層被覆切削工具を得るべく研究を行った結果、

(a) WC基超硬合金基体またはTiCN基サーメット基体の表面に、TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層を介して、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層を被覆してなる硬質層被覆切削工具は、湿式フライス切削、エンドミル切削などの転削加工に用いた場合に従来よりも一層耐熱衝撃性および耐欠損性に優れ、したがって工具寿命が長くなる、(b) 前記(a)の硬質層被覆切削工具の $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の上に、さらにTiN層を被覆してもよい、(c) 前記TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層の厚さは0.1~3.0 μm の範囲内にあり、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の厚さは1.0~10 μm の範囲内にあり、TiN層の厚さは0.1~1.0 μm の範囲内にあり、さらにこれら硬質層の合計の厚さは1.5~12.0 μm の範囲内にあることが好ましい、という知見を得たのである。

【0005】この発明は、かかる知見にもとづいてなされたものであって、(1) WC基超硬合金基体またはTiCN基サーメット基体表面に、TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層を介して、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層を被覆してなる硬質層被覆切削工具、(2) WC基超硬合金基体またはTiCN基サーメット基体表面に形成されたTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層の厚さは0.1~3.0 μm の範囲内にあり、 $(Ti_{1-x}Si_x)(C_{1-y}N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の厚さは1.0~10 μm の範囲内にある(1)記載の硬質層

被覆切削工具、(3) 前記 $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の上に、さらに厚さは $0.1 \sim 1.0 \mu m$ の範囲内のTiN層を被覆してなる(1)または(2)記載の硬質層被覆切削工具。(4) 前記TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層、 $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層、並びにTiN層の合計の厚さは $1.5 \sim 12.0 \mu m$ の範囲内にある(1)、(2)または(3)記載の硬質層被覆切削工具、に特徴を有するものである。

【0006】x、yおよびzの値を前記のごとく限定したのは、 $x < 0.55$ 、 $x > 0.99$ であると所望の耐熱衝撃性が得られないからであり、 $y < 0.01$ であると所望の耐欠損性が得られないからであり、さらに $z < 0.5$ であると所望の耐欠損性が得られず、 $z > 1.34$ であると所望の耐欠損性が低下するとともに剥離が起こりやすくなるからである。前記 $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる組成のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の内でもTiとSiの複合炭窒化物硬質層の方が好ましく、 $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ に於けるx、y、zの一層好ましい範囲は、 $0.6 \leq x \leq 0.8$ 、 $0.3 \leq y \leq 0.7$ 、 $0.9 \leq z \leq 1.1$ である。

【0007】また、この発明の硬質層被覆切削工具のTiとSiの複合炭窒化物硬質層および/または複合窒化物硬質層の膜厚は $1 \sim 10 \mu m$ の範囲内にあることが好ましく、基体表面に形成されるTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層の厚さは $0.1 \sim 3.0 \mu m$ の範囲内にあることが好ましく、さらに最外層のTiN層の厚さは $0.1 \sim 1.0 \mu m$ の範囲内にあることが好ましい。しかし、基体表面に形成される硬質層全体の厚さは $1.5 \sim 12.0 \mu m$ の範囲内に抑えなければならない。

【0008】

【発明の実施の形態】この発明の硬質層被覆切削工具における硬質層は、通常のアーク放電式イオンプレーティング法、マグネトロンスパッタリング法などにより形成することができる。

【0009】この発明の硬質層被覆切削工具の硬質層をアーク放電式イオンプレーティング法により形成するには、真空装置内のTiターゲット上にアーク放電を発生させ、Tiを蒸発イオン化させると同時に非金属ガス(窒素ガスおよび炭化水素ガス)を装置内に導入し、負の基板電圧をかけた切削工具基板上に下層のTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層

を形成する。

【0010】次に、TiとSiの混合物のターゲット上にアーク放電を発生させ、TiとSiを蒸発イオン化させると同時に非金属ガス(窒素ガスおよび炭化水素ガス)を装置内に導入し、負の基板電圧をかけて、前記TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層の上にさらに $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる硬質層を形成する。この場合、TiとSiの比率はターゲットのTi/Si比率を、またメタル/ガス成分の比率はメタル蒸発量/ガス導入量を調節したり、基板電圧を変化させることにより制御する。また最外層のTiN層は、必要に応じて前記下層のTiN層と同様にして形成することができる。

【0011】この発明の硬質層被覆切削工具の硬質層をマグネトロンスパッタリング法により形成するには、複数の偶数個の蒸発源機構を持つマグネトロンスパッタリング装置内にTiターゲット2枚と、TiとSiの混合物のターゲット複数枚をそれぞれ試料を挟んで対向させる。つぎに非金属ガス(窒素ガスおよび炭化水素ガス)を装置内に導入し、対向ターゲット間にグロー放電をさせると同時にTiをスパッタリングイオン化させることにより負の基板電圧をかけた切削工具基板上に下層のTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層を形成する。

【0012】次に、TiとSiをスパッタリングイオン化させることにより負の基板電圧をかけて、TiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層の上にさらに $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ [ただし、 $0.55 \leq x \leq 0.99$ 、 $0.01 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$] からなる硬質層を形成する。この場合、TiとSiの比率はターゲットのTi/Si比率を、またメタル/ガス成分の比率はメタル蒸発量/ガス導入量を調節したり、基板電圧を変化させることにより制御する。また最外層のTiN層は、必要に応じて前記下層のTiN層と同様にして形成することができる。

【0013】

【実施例】ISO規格P30相当、SPGN120308の形状を有するWC基超硬合金製チップ、TiCN-12%WC-8%Co-8%MoC-7%Ni-5%TaCの組成を有するISO規格SPGN120308の形状のTiCN基サーメット製チップ、Tiターゲット、および表1～表2に示される比率のTiとSiの混合物ターゲットを用意した。

【0014】実施例1

WC基超硬合金製チップとTiターゲットおよび表1～表2に示される比率のTiとSiの混合物ターゲットをイオンプレーティング装置内に装着し、かかる状態で前記イオンプレーティング装置内を排気して 1×10^{-5} Torrの真空中に保持し、昇温速度： $6^\circ C/min$ 、で7

00℃に昇温させ、つづいて、この温度に保持しながら、 5×10^{-2} TorrのArガス雰囲気中に保持してイオンクリーニングした。

【0015】その後、Tiターゲット上にアーク放電を発生させてTiを加熱蒸発させイオン化させ、同時に窒素ガスおよび/またはアセチレンガスを装置内に導入し、任意の負の基板電圧をかける通常の方法によりWC基超硬合金製チップ基体表面に表3～表4に示される膜厚のTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層からなる下層を形成した。

【0016】次に表1～表2に示される比率のTiとSiの混合物ターゲット上にアーク放電を発生させてTiとSiを加熱蒸発させイオン化させるとともに、供給口より表1～表2に示される比率の窒素ガスおよびアセチレンガスを導入し、表1～表2に示される負の基板電圧

をかけることにより、前記下層の上に表3～表4に示される膜厚を有しさらに表3～表4に示されるTiとSiの複合硬質層を被覆し、さらに必要に応じて中間層の上にTiN層を形成してWC基超硬合金製チップを基体とした発明被覆チップ（以下、本発明被覆チップという）1～10、比較硬質層被覆WC基超硬合金製チップ（以下、比較被覆チップという）1～10および従来硬質層被覆WC基超硬合金製チップ

（以下、従来被覆チップという）1～2を作製した。前記下層、TiとSiの複合硬質層の組成（原子比）および最外層のTiNはいずれもEPMA分析により特定した。

【0017】

【表1】

層別	TiとSiの複合硬質層形成条件		
	ターゲットの組成（原子比）	ガス成分（流量比）	基板電圧（-V）
1	Ti 0.02 Si 0.98	第2層 窒素のみ	100
2	第2層 Ti 0.10 Si 0.90	第3層 アセチレン/窒素=1/1	70
3	第3層 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素=1/10	100
4	第4層 Ti 0.20 Si 0.80	窒素のみ	130
5	Ti 0.25 Si 0.75	アセチレン/窒素=1/1	100
6	Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素=1/4	130
7	Ti 0.35 Si 0.65	アセチレン/窒素=3/2	160
8	Ti 0.40 Si 0.60	アセチレン/窒素=4/1	160
9	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素=1/1	70
10	Ti 0.50 Si 0.50	アセチレン/窒素=10/1	30
11	Ti 0.55 Si 0.45	アセチレン/窒素=1/1	100
12	Ti 0.60 Si 0.40	窒素のみ	100

【0018】

50 【表2】

種別	Ti と Si の混合硬質層形成条件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガス成分 (流量比)	基板電圧 (-V)
比較被覆チ ン フ	1 Ti 0.12 Si 0.88	アセチレン/窒素 = 3/2	100
	2 Ti 0.44 Si 0.56	アセチレン/窒素 = 1/1	70
	3 Ti 0.80 Si 0.20	アセチレン/窒素 = 1/5	40
	4 Ti 0.95 Si 0.05	アセチレン/窒素 = 10/1	150
	5 Ti 0.47 Si 0.53	アセチレン/窒素 = 4/1	150
	6 Ti 0.41 Si 0.59	アセチレン/窒素 = 4/1	100
	7 Ti 0.35 Si 0.65	アセチレン/窒素 = 2/1	100
	8 Ti 0.43 Si 0.57	アセチレンのみ	100
	9 Ti 0.20 Si 0.80	アセチレン/窒素 = 1/10	170
	10 Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素 = 1/10	180
従来被覆	1 Ti 0.51 Si 0.49	アセチレンのみ	100
	2 Ti 0.41 Si 0.59	アセチレンのみ	150

【0019】

【表3】

通 列	基 体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または 2層以上の総層およびその総厚 (μm)	表1に示される条件で形成されたTiとSiの複合硬膜 およびその厚 (μm)	TiN硬膜の厚 (μm)	全体の厚 (μm)
1	WC	TiN:2.5	第2層 $(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 2.5$	0.5	8.0
			第3層 $(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 2.5$		
2	WC	TiN:3.0	第2層 $(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 4.5$	0.8	11.8
			第3層 $(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 3.5$		
3	WC	TiN:1.5, TiCN:1.0	第3層 $(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 3.8$	-	9.8
			第4層 $(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 3.5$		
4	WC	TiN:0.5, TiCN:0.3, TiN:0.5	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 8.8$	0.4	8.5
5	WC	TiN:0.2	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 9.8$	1.0	11.0
6	WC	TiC:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 2.5$	0.1	3.6
7	WC	TiN:0.5, TiC:0.5, TiN:0.5	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 5.8$	0.5	7.9
8	WC	TiN:1.5	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 4.0$	0.3	5.8
9	WC	TiN:0.1	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 1.9$	0.1	1.5
10	WC	TiN:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L2})_{L1} : 3.0$	0.5	4.5

【0020】

【表4】

番号	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2層以上の被覆およびその厚さ(μm)	表2に示される条件で形成されたTiとSiの複合被覆およびその厚さ(μm)	TiN被覆の厚さ(μm)	全体の厚さ(μm)
1	WC 超硬合金チップ	TiN:0.05*	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:5.9$	0.5	6.45
2		TiCN:4.0*	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:4.3$	1.0	9.3
3		TiN:0.3	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:1.0$	-	1.3*
4		TiN:2.5	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:10.0$	0.5	13.0*
5		TiN:1.0, TiCN:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:8.9$	-	10.9
6		TiN:1.0, TiC:1.0, TiN:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:6.0$	0.5	9.5
7		TiN:1.0, TiCN:2.0	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:3.8$	1.0	7.8
8		TiCN:2.0	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:4.5$	0.5	7.0
9		TiN:1.5	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:0.4*$	1.0	2.9
10		TiN:0.5	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:11.0*$	0.5	12.0
1	比較被覆チップ	-	$(Ti_{L1}Si_{L1}) C_{L1}:4.0$	-	4.0
2		-	$(Ti_{L1}Si_{L1}) C_{L1}:5.0$	-	5.0

(*印は、この発明の条件外の値を示す)

【0021】これら本発明被覆チップ1~10比較被覆チップ1~10および従来被覆チップ1~2を用いて、下記の条件の湿式フライス切削試験を実施した。
 湿式フライス切削試験条件
 被削材：JIS規格SCM440の角材、
 切削速度：250m/min、
 送り：0.2mm/rev、

切込み：2.0mm、
 の条件で湿式フライス切削し、切刃の逃げ面の最大摩耗幅が0.3mmになったところを寿命とし、寿命に至る時間(分)および摩耗形態を測定し、それらの測定結果を表5に示した。

【0022】

【表5】

種 別		切 削 試 験 結 果		種 別		切 削 試 験 結 果	
		寿命時間 (分)	摩 耗 形 態			寿命時間 (分)	摩 耗 形 態
本 発 明 被 覆 チ ップ	1	1 2 0	正 常 摩 耗	比 較 被 覆 チ ップ	1	7 0	剥 離 で 中 止
	2	1 4 0	"		2	4 0	チ ッ ピ ン グ で 中 止
	3	1 3 0	"		3	4 0	正 常 摩 耗
	4	1 2 0	"		4	3 0	欠 損 で 中 止
	5	1 3 0	"		5	5 0	正 常 摩 耗
	6	1 1 0	"		6	6 0	欠 損 で 中 止
	7	1 3 0	"		7	5 0	正 常 摩 耗
	8	1 4 0	"		8	7 0	欠 損 で 中 止
	9	1 1 0	"		9	8 0	正 常 摩 耗
	10	1 0 0	"		10	5 0	欠 損 で 中 止
				従 来 被 覆 チップ	1	2 0	欠 損 で 中 止
					2	3 0	欠 損 で 中 止

【0023】表3～表5に示される結果から、本発明被覆チップ1～10は比較被覆チップ1～10および従来被覆チップ1～2に比べて切削特性が優れていることが分かる。

【0024】実施例2

TiCN-12%WC-8%Co-8%MoC-7%Ni-5%TaCの組成を有するISO規格SPGN120308の形状のTiCN基サーメット製チップとTiターゲットおよび表6～表7に示される比率のTiとSiの混合物ターゲットをイオンプレーティング装置内に装着し、かかる状態で前記イオンプレーティング装置内を排気して 1×10^{-5} Torrの真空中に保持し、昇温速度: $6^\circ\text{C}/\text{min}$ 、で700℃に昇温させ、つづいて、この温度に保持しながら、 5×10^{-2} TorrのArガス雰囲気中に保持してイオンクリーニングした。

【0025】その後、Tiターゲット上にアーク放電を

発生させてTiを加熱蒸発させイオン化させ、同時に窒素ガスおよび/またはアセチレンガスを装置内に導入し、任意の負の基板電圧をかける通常の方法によりTiCN基サーメット製チップ基体表面に表8～表9に示されるTiC、TiCN、TiNの内の1種の単層または2種以上の複層からなる膜厚の下層を形成した。

【0026】次に表6～表7に示される比率のTiとSiの混合物ターゲット上にアーク放電を発生させてTiとSiを加熱蒸発させイオン化させるとともに、供給口より表6～表7に示される比率の窒素ガスおよびアセチレンガスを導入し、表6～表7に示される負の基板電圧をかけることにより、前記下層の上に表8～表9に示される膜厚を有しさらに表8～表9に示されるTiとSiの複合硬質層を被覆し、さらに必要に応じて中間層の上にTiN層を形成してTiCN基サーメット製チップを基体とした本発明被覆チップ11～20、比較被覆チッ

プ11～20および従来被覆チップ3～4を作製した。
前記下層、TiとSiの複合硬質層の組成（原子比）お
よび最外層のTiNはいずれもEPMA分析により特定

した。

【0027】

【表6】

種別	TiとSiの複合硬質層形成条件		
	ターゲットの組成（原子比）	ガス成分（流量比）	基板電圧（-V）
11	Ti _{0.45} Si _{0.55}	第2層 窒素のみ	90
		第3層 アセチレン/窒素=1/1	90
12	第2層 Ti _{0.15} Si _{0.85} 第3層 Ti _{0.35} Si _{0.65}	アセチレン/窒素=1/10	80
		窒素のみ	120
13	第3層 Ti _{0.15} Si _{0.85} 第4層 Ti _{0.30} Si _{0.70}	アセチレン/窒素=1/10	150
		アセチレン/窒素=1/1	120
14	Ti _{0.35} Si _{0.65}	アセチレン/窒素=1/4	50
15	Ti _{0.35} Si _{0.65}	アセチレン/窒素=3/2	100
16	Ti _{0.35} Si _{0.65}	アセチレン/窒素=4/1	150
17	Ti _{0.45} Si _{0.55}	アセチレン/窒素=1/1	100
18	Ti _{0.40} Si _{0.60}	アセチレン/窒素=10/1	70
19	Ti _{0.40} Si _{0.60}	アセチレン/窒素=1/1	90
20	Ti _{1.02} Si _{0.98}	窒素のみ	50

【0028】

【表7】

種別	Ti と Si の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガス成分 (流量比)	基板電圧 (-V)
11	Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素=3/2	100
12	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素=1/1	100
13	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素=1/5	150
14	Ti 0.05 Si 0.95	アセチレン/窒素=10/1	40
15	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素=4/1	70
16	Ti 0.40 Si 0.60	アセチレン/窒素=4/1	120
17	Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素=2/1	150
18	Ti 0.45 Si 0.55	アセチレンのみ	100
19	Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素=1/10	70
20	Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素=1/10	120
3	Ti 0.55 Si 0.45	アセチレンのみ	100
4	Ti 0.10 Si 0.90	アセチレンのみ	100

【0029】

【表8】

19

20

通 号	基 体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2種以上の複層およびその膜厚 (μm)	第6に示される条件で形成されたTiとSiの合金被覆層およびその膜厚 (μm)	TiN被覆層の膜厚 (μm)	全体の膜厚 (μm)
11	本 発 明 例 試 験 体	TiN:1.0	第2層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 2.5 第3層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 2.5 第2層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 4.5 第3層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 3.5	0.5	6.5
12		TiN:0.5		1.0	11.5
13		TiN:1.0, TiCN:1.0	第3層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 3.8 第4層 $(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 3.5	-	9.3
14		TiN:0.3, TiCN:0.3, TiN:0.3	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 6.6	0.6	8.1
15		TiN:0.5	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 9.8	1.0	11.3
16		TiC:1.5	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 2.5	0.3	4.3
17		TiN:0.5, TiC:0.5, TiN:0.5	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 5.9	0.5	7.9
18		TiN:2.0	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 4.0	0.5	6.5
19		TiN:0.1	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 1.3	0.2	1.6
20		TiN:1.0	$(Ti_{0.15}Si_{0.85})_{L1}$: 3.0	0.5	4.5

【0030】

【表9】

番号	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2層以上の被覆およびその総厚(μm)	表7に示される条件で形成されたTiとSiの適合配層およびその厚(μm)	TiN被覆の厚(μm)	全体の厚(μm)
11	比較被覆チップ	TiN:0.05*	$(Ti_{L10}Si_{L10})^*(C_{L1}N_{L1})_{L10}:5.9$	0.5	5.55
12		TiN:4.0*	$(Ti_{L40}Si_{L40})^*(C_{L4}N_{L4})_{L40}:4.3$	0.5	8.8
13		TiC:0.3	$(Ti_{L03}Si_{L03})^*(C_{L3}N_{L3})_{L03}:1.0$	-	1.3*
14		TiCN:3.0	$(Ti_{L30}Si_{L30})^*(C_{L3}N_{L3})_{L30}:10.0$	0.5	13.5*
15		TiN:1.0, TiC:1.0	$(Ti_{L10}Si_{L10})^*(C_{L1}N_{L1})_{L10}:8.9$	-	10.9
16		TiN:1.0, TiCN:1.0, TiN:1.0	$(Ti_{L10}Si_{L10})^*(C_{L1}N_{L1})_{L10}:6.0$	0.5	9.5
17		TiN:1.0, TiCN:2.0	$(Ti_{L10}Si_{L10})^*(C_{L1}N_{L1})_{L10}:3.8$	1.0	7.8
18		TiN:2.0	$(Ti_{L20}Si_{L20})^*(C_{L2}N_{L2})_{L20}:4.5$	0.5	7.0
19		TiN:1.5	$(Ti_{L15}Si_{L15})^*(C_{L1}N_{L1})_{L15}:0.4^*$	1.0	2.9
20		TiN:1.0	$(Ti_{L10}Si_{L10})^*(C_{L1}N_{L1})_{L10}:11.0^*$	0.5	12.5
3	従来被覆	-	$(Ti_{L5}Si_{L5})^*(C_{L5}N_{L5})_{L5}:4.0$	-	4.0
4		-	$(Ti_{L4}Si_{L4})^*(C_{L4}N_{L4})_{L4}:5.0$	-	5.0

(*印は、この発明の条件外の値を示す)

【0031】これら本発明被覆チップ11~20比較被覆チップ11~20および従来被覆チップ3~4を用いて、下記の条件の湿式フライス切削試験を実施した。
 湿式フライス切削試験条件
 被削材：JIS規格SCM440の角材、
 切削速度：300m/min、
 送り：0.15mm/rev、

切込み：1.5mm、
 の条件で湿式転削加工し、切刃の逃げ面の最大摩耗幅が0.3mmになったところを寿命とし、寿命に至る時間(分)および摩耗形態を測定し、それらの測定結果を表10に示した。

【0032】
 【表10】

種 別		切 削 試 験 結 果		種 別		切 削 試 験 結 果	
		寿命時間 (分)	摩 耗 形 態			寿命時間 (分)	摩 耗 形 態
本 発 明 被 覆 チ ャ ッ プ	11	90	正常摩耗	比 較 被 覆 チ ャ ッ プ	11	60	剥離で中止
	12	100	"		12	40	欠損で中止
	13	110	"		13	20	正 常 摩 耗
	14	100	"		14	30	欠損で中止
	15	90	"		15	75	正 常 摩 耗
	16	140	"		16	40	欠損で中止
	17	130	"		17	50	正 常 摩 耗
	18	120	"		18	30	欠損で中止
	19	90	"		19	20	正 常 摩 耗
	20	100	"		20	30	欠損で中止
従 来 被 覆 チ ャ ッ プ	3	15	正 常 摩 耗		3	15	正 常 摩 耗
	4	25	正 常 摩 耗		4	25	正 常 摩 耗

【0033】表8～表10に示される結果から、本発明被覆チップ11～20は比較被覆チップ11～20および従来被覆チップ3～4に比べて切削特性が優れていることが分かる。

【0034】実施例3

WC-9%Coの組成を有し、直径：10mmで30度の振じれ角を持つWC基微粒超硬合金製4枚刃エンドミル（以下、WC基微粒超硬合金製エンドミルという）および表11～表12に示される比率のTiとSiの混合物ターゲットを用意した。

【0035】このWC基微粒超硬合金製エンドミルをマグネトロンスパッタリング装置内の中央に装着し、さらに、表11～表12に示される比率のTiとSiの混合物ターゲットをエンドミルを挟んで対向させて配置し、かかる状態で前記マグネトロンスパッタリング装置内を排気して 1×10^{-5} Torrの真空中に保持し、昇温速

度：6℃/min. で700℃に昇温させ、続いて、この温度に保持しながら、 1.5×10^{-4} TorrのArガス雰囲気中に保持してイオンクリーニングした。

【0036】その後、表11～表12に示される比率の窒素ガスおよびアセチレンガスを導入すると共に、表11～表12に示される比率のTiとSiの混合物ターゲット上にグロー放電を発生させてTiとSiをスパッタリングイオン化させた。同時に、表11～表12に示される負の基板電圧をかけることにより、前記WC基微粒超硬合金製エンドミル基体表面に表13～表14に示される膜厚を有しさらに表13～表14に示される複合硬質層を被覆した本発明WC基微粒超硬合金製エンドミル（以下、本発明被覆エンドミルという）1～10、比較WC基微粒超硬合金製エンドミル（以下、比較被覆エンドミルという）1～10および従来WC基微粒超硬合金製エンドミル（以下、従来被覆エンドミルという）1～

2を作製した。
【0037】

【表11】

種別	TiとSiの複合硬質層形成条件		
	ターゲットの組成(原子比)	ガス成分(流量比)	基板電圧(-V)
1	Ti _{0.90} Si _{0.10}	第2層 窒素のみ	100
		第3層 アセチレン/窒素=1/1	100
2	第2層 Ti _{0.15} Si _{0.85}	アセチレン/窒素=1/10	70
		窒素のみ	70
3	第3層 Ti _{0.10} Si _{0.90}	アセチレン/窒素=1/10	150
		アセチレン/窒素=1/1	50
4	Ti _{0.25} Si _{0.75}	アセチレン/窒素=1/4	90
5	Ti _{0.05} Si _{0.95}	アセチレン/窒素=3/2	90
6	Ti _{0.40} Si _{0.60}	アセチレン/窒素=4/1	40
7	Ti _{0.15} Si _{0.85}	アセチレン/窒素=1/1	170
8	Ti _{0.40} Si _{0.60}	アセチレン/窒素=10/1	150
9	Ti _{0.15} Si _{0.85}	アセチレン/窒素=1/1	100
10	Ti _{0.05} Si _{0.95}	窒素のみ	50

【0038】

【表12】

種 別	Ti と Si の 複 合 硬 質 層 形 成 条 件		
	ターゲットの組成 (原子比)	ガス成分 (流量比)	基板電圧 (-V)
比較被覆エンドミル	1 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素 = 3/2	40
	2 Ti 0.45 Si 0.55	アセチレン/窒素 = 1/1	90
	3 Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素 = 1/5	70
	4 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素 = 10/1	70
	5 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素 = 4/1	100
	6 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素 = 4/1	150
	7 Ti 0.15 Si 0.85	アセチレン/窒素 = 2/1	100
	8 Ti 0.15 Si 0.85	アセチレンのみ	90
	9 Ti 0.30 Si 0.70	アセチレン/窒素 = 1/10	90
	10 Ti 0.10 Si 0.90	アセチレン/窒素 = 1/10	40
並列ド 素エミ 素ンル	1 Ti 0.50 Si 0.50	アセチレンのみ	40
	2 Ti 0.40 Si 0.60	アセチレンのみ	100

【0039】

【表13】

層 別	基 体	TiC, TiCN, TiNの内の1種の単層または2層以上の総厚およびその配厚 (μm)	表11に示される条件で形成されたTiとSiの複合配層およびその配厚 (μm)	TiN最外層の配厚 (μm)	全体の配厚 (μm)
1	WC 基 体 材 質 組 合 金 膜 エ ン ド ミ ル	TiN:1.0	第2層 $(Ti_{L1}Si_{L1})N_{L1}:1.5$ 第3層 $(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:1.5$	0.5	4.5
2		TiN:3.0	第2層 $(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:1.5$ 第3層 $(Ti_{L1}Si_{L1})N_{L1}:1.0$	0.5	6.0
3		TiN:0.5, TiC:1.0	第3層 $(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:2.0$ 第4層 $(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:2.0$	0.2	5.7
4		TiN:0.5, TiC:0.5, TiN:0.5	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:5.0$	0.5	7.0
5		TiN:0.2	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:9.8$	0.3	10.3
6		TiC:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:2.0$	0.5	3.5
7		TiN:0.5, TiCN:0.5, TiN:0.5	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:2.0$	0.5	4.0
8		TiN:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:2.0$	0.3	3.3
9		TiN:0.1	$(Ti_{L1}Si_{L1}) (C_{L1}N_{L1})_{L1}:1.5$	0.1	1.7
10		TiN:1.0	$(Ti_{L1}Si_{L1})N_{L1}:3.0$	0.5	4.5

【0040】

【表14】

種別	基体	TiC, TiCN, TiNの内の1層の厚層または2層以上の積層およびその厚層(μm)	表12に示される条件で形成されたTiとSiの積合組成層およびその厚層(μm)	TiN層外周の厚層(μm)	全体の厚層(μm)
1	比較被覆エンドミル	TiN:0.05*	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :2.0	0.5	2.25
2		TiC:4.0*	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :2.5	1.0	7.5
3		TiN:0.3	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :1.0	-	1.3*
4		TiCN:2.5	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :8.5	1.0	13.0*
5		TiN:1.0, TiCN:1.0	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :5.0	-	7.0
6		TiN:1.0, TiC:1.0, TiN:1.0	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :4.0	0.5	7.5
7		TiN:1.0, TiCN:2.0	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :3.0	1.0	7.0
8		TiC:2.0	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :4.3	0.2	6.5
9		TiN:1.5	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :0.4*	0.5	2.4
10		TiN:0.5	(Ti ₄₁ Si ₄₁)(C ₄₁ N ₄₁) ₄₁ :11.0*	0.3	11.8
1	従来被覆エンドミル	-	(Ti ₄₁ Si ₄₁)C ₄₁ :4.0	-	4.0
2		-	(Ti ₄₁ Si ₄₁)C ₄₁ :5.0	-	5.0

(*印は、この発明の条件外の値を示す)

【0041】これら本発明被覆エンドミル1~10、比較被覆エンドミル1~10および従来被覆エンドミル1~2を用いて、下記の条件の湿式屑削り試験を実施した。

湿式屑削り試験条件

被削材: JIS規格SCM440の角材、

回転数: 1200 r. p. m.、

送り: 280mm/min.、

深さ方向の切込み: 15mm、

横方向の切込み: 1mm、

の条件で湿式屑削りを行った。外周刃の最大摩耗幅が

0.2mmになったところを寿命とし、寿命に至る時間(分)および摩耗形態を測定し、それらの測定結果を表15に示した。

【0042】

【表15】

種 別		切 削 試 験 結 果		種 別		切 削 試 験 結 果	
		寿命時間 (分)	摩 耗 形 態			寿命時間 (分)	摩 耗 形 態
本 発 明 被 覆 エ ン ド ミ ル	1	1 1 0	正 常 摩 耗	比 較 被 エ ン ド ミ ル	1	4 0	剥 離 で 中 止
	2	1 1 0	"		2	3 0	欠 損 で 中 止
	3	1 0 0	"		3	3 0	正 常 摩 耗
	4	9 0	"		4	4 0	欠 損 で 中 止
	5	9 0	"		5	7 0	正 常 摩 耗
	6	1 2 0	"		6	3 5	欠 損 で 中 止
	7	1 0 0	"		7	5 0	正 常 摩 耗
	8	1 0 0	"		8	4 0	チ ッ ピ ン グ で 中 止
	9	1 2 0	"		9	2 5	正 常 摩 耗
	10	1 0 0	"		10	4 5	欠 損 で 中 止
				従 親 ド 来 エ ミ 被 ン ル	1	1 0	チ ッ ピ ン グ で 中 止
					2	5 5	欠 損 で 中 止

【0043】表15に示される結果から、本発明被覆エンドミル1～10は、比較被覆エンドミル1～10および従来被覆エンドミル1～2に比べて切削性能が優れていることが分かる。

【0044】

【発明の効果】前記実施例1～3に示される結果から、この発明の硬質層被覆切削工具は、従来の硬質層被覆切削工具に比べて一層優れた性能を有し、工業上優れた効果をもたらすものである。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

C 2 3 C 14/06

識別記号

庁内整理番号

F I

C 2 3 C 14/06

技術表示箇所

L
P